Sol, Tierra y Luna. Movimientos relativos y sus consecuencias

Sebastián Cardenete García

Centro de Ciencia Principia, Avda. Luis Buñuel, 6, 29011-Málaga, España.

scardenete@principia-malaga.com

[Recibido en enero de 2010, aceptado en noviembre de 2010]

Cuando se pregunta a los estudiantes por la causa de las estaciones suelen responder: "en verano estamos más próximos al Sol y en invierno estamos más lejos del Sol". La persistencia de esta idea y el hecho de su generalización entre los estudiantes y muchos adultos me ha inducido a escribir este artículo, en el cual se trata de explicar, de una forma clara y simple, el motivo de este y otros fenómenos debidos al movimiento de la Luna alrededor de la Tierra y de ésta alrededor del Sol.

Palabras clave: Sol; Tierra; Luna; Estaciones; Persistencia de ideas previas; Eclipse; Día y noche; Fases lunares.

Sun, Earth and Moon. Relative movements and their consequences

When we ask students about the cause of the seasons, they often reply: "in summer we are closer to the Sun and in winter we are further from it". The persistence of this idea and the fact that it is widespread among the students and many adults induced me to write this article, which tries to explain, in a clear and simple way, the reason for this and other phenomena that take place as a result of the motion of the Moon around the Earth and of the Earth around the Sun.

Keywords: Sun; Earth; Moon; Seasons; Persistence previous ideas; Eclipse; Day and night; Moon phases.

Introducción

Cuando en clase preguntamos a los alumnos sobre la causa de las estaciones del año, nos responden con una frecuencia que nos deja sorprendidos: "cuando estamos más cerca del Sol es verano y cuando estamos más lejos es invierno".

La persistencia de esta idea y lo generalizada que está entre los alumnos de primaria y secundaria, y también entre muchos adultos (Camino 1995), como he podido comprobar en el día a día del trabajo en el *Museo de Ciencia Principia*, me llevó a elaborar este material que trata de explicar, de manera clara y sencilla, el porqué de este y otros fenómenos que se producen como consecuencia de los movimientos de la Luna en torno a la Tierra y de ésta en torno al Sol.

Es mi intención que este artículo no se quede en la mera lectura, sino que se tome como una actividad práctica, como una experiencia de aula, pues no hay nada más eficaz que hacer para comprender.

Comenzamos con un cuestionario realizado en voz alta en el momento de iniciar la actividad, con la intención de evidenciar las ideas previas que poseen los alumnos o el público general que nos visita. Aunque parezcan sencillas, nos sorprenderá comprobar la ignorancia tan generalizada que hay sobre las siguientes cuestiones:

- ¿Qué astro está más cerca de la Tierra, la Luna o el Sol? ¿Sabes a qué distancias aproximadamente? ¿Cuál de los dos es más grande? Dibuja en la pizarra o en el papel cómo ves de grande el Sol y cómo la Luna.

- ¿Cómo se llama el movimiento que la Tierra realiza sobre su propio eje? ¿Qué fenómeno se deriva de este movimiento?

- ¿Cómo se llama el movimiento que describe la Tierra alrededor del Sol?

- ¿Cuánto tiempo dura? ¿Qué fenómeno se deriva de este movimiento?

- ¿Porqué hay veranos e inviernos?

- ¿Cuando en España es verano, es también verano en Argentina? Explica tu respuesta.

- La luna da vueltas alrededor de la Tierra. ¿Cómo se llama este movimiento y cuánto tiempo dura? ¿Qué fenómenos produce este movimiento?

- ¿Por qué no se ve la Luna cuando está en fase de "nueva"?

- ¿Tiene la Luna movimiento de rotación? ¿Cuánto tarda en realizarlo?

- ¿Has oído hablar de la "cara oculta" de la Luna? ¿Por qué no la vemos?

Si se pasa este cuestionario a un grupo de alumnos o de adultos, se entenderá la necesidad de realizar esta experiencia de aula.

Objetivos

Lo que se pretende con esta experiencia es que los alumnos reconozcan y sepan explicar los fenómenos que se producen al moverse los tres cuerpos celestes que protagonizan nuestra vida diaria. Estos fenómenos son:

I. El día y la noche.

II. Las estaciones del año.

III. Las fases de la Luna.

IV. Los eclipses de Sol y de Luna.

Material necesario

Construiremos un modelo en el que los cuerpos celestes se sustituyen por objetos de uso cotidiano en un centro escolar, como son: retroproyector, globo terráqueo, pelota del tamaño de una de tenis, un lápiz o palito que sirva de mango y una cartulina (Broman *et al.* 1988.)

Realización práctica

Desarrollaremos la sesión en un aula que se pueda oscurecer. Es preferible que el grupo sea reducido para que se puedan mover sin dificultad.

Es importante recordar que los protagonistas son los alumnos, por tanto son ellos los que deben realizar los movimientos.

Los alumnos intentarán responder correctamente a las cuestiones que el profesor les irá planteando y ayudando a resolver según el siguiente guión.

I. El día y la noche. Colocamos el retroproyector y la esfera terrestre sobre dos mesas separadas entre sí unos tres metros. Una vez encendido el retroproyector, apagamos la luz de la habitación y proponemos a un alumno que haga girar la esfera sobre su eje: ¿En qué sentido girará? ¿Por dónde sale el Sol? Para ayudarle un poco, le preguntamos: ¿Recuerdas que la región valenciana se conoce con el nombre de "Levante"?

Tras resolver estas dudas, se realiza el movimiento de rotación y se observa las líneas de sombra. ¿Cuál representa el amanecer? ¿Y el atardecer?

La Tierra tiene un sentido de rotación directo, es decir, al contrario de las agujas del reloj si miramos desde el polo norte.

¿Es igual de largo el día en ambos hemisferios? ¿A qué se debe esta diferencia?

El alumno observará que, debido a la inclinación que tiene el eje del globo terráqueo (23,5º), la línea de sombra no coincide con el eje de rotación salvo que lo situemos en la posición de los equinoccios, en los que el día y la noche duran lo mismo. En la posición del esquema representado en la figura 1, los días más cortos se producen en el hemisferio norte. Para apreciarlo mejor hay que poner un dedo en la línea del amanecer en un país del hemisferio norte y llevarlo, girando la Tierra, hasta el anochecer. A continuación se hace lo mismo situando el dedo sobre un país en el hemisferio sur. De este modo se apreciará claramente la diferencia.

Figura 1. Día y noche.

II. Las estaciones del año. Para empezar esta parte de la actividad, pediremos a los alumnos que dibujen en su cuaderno la órbita de la tierra y que la sitúen en la posición que ocupa en los solsticios y los equinoccios y que dibujen también el Sol en su posición correcta. A continuación reproduciremos en la pizarra la figura 2.

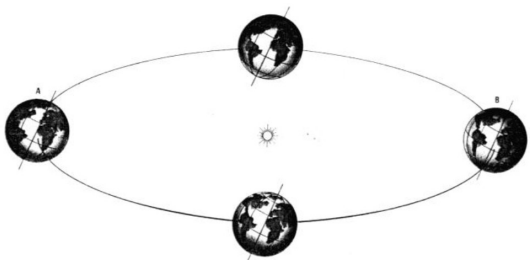

Figura 2. Órbita de la Tierra alrededor del Sol.

Se discutirá sobre si han dibujado correctamente la posición del eje de la Tierra y de la importancia que este hecho tiene. También se comentará que el Sol ocupa una posición casi central respecto a la órbita terrestre, ya que la excentricidad de ésta es inapreciable a simple vista (Esteban 2005), por lo que la distancia al Sol es un factor que prácticamente no influye como causa de las estaciones.

Verano en el hemisferio norte. Se sitúa el globo terráqueo como se muestra en la figura 3. Seguidamente se hace las siguientes preguntas a los alumnos.

¿Cuando en España es verano lo es también en Argentina? ¿Qué respondéis ahora? ¿Cómo tiene que estar el eje de la Tierra respecto al Sol para que sea verano en el hemisferio norte? ¿En qué hemisferio dura más el día?

Por tanto, es verano en el hemisferio norte porque el Sol nos está calentando durante más horas al día.

Con toda seguridad los alumnos habrán observado que en verano el Sol calienta más que en invierno. ¿Cuál es la razón?

Para averiguarlo necesitamos la cartulina. Le hacemos un agujero en el centro y la interponemos entre el retroproyector y la esfera terrestre como se muestra en la figura 4.

Se observa cuánta superficie de la Tierra se ilumina y calienta con los rayos de Sol que pasan por el agujero de la cartulina. Conviene recordar este dato para poder comparar más adelante.

Figura 3. Posición del eje de la Tierra en verano.

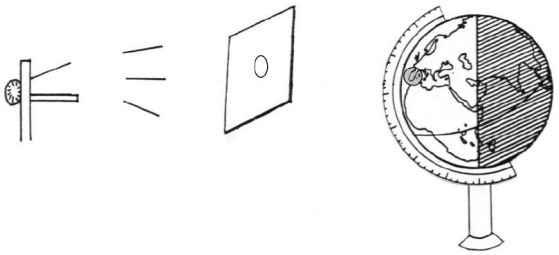

Figura 4. Superficie terrestre iluminada en verano.

Invierno en el hemisferio norte. Para llegar al invierno, la Tierra ha recorrido la mitad de la órbita terrestre (recuérdese la figura dibujada en la pizarra). ¿En qué posición estará ahora el eje de la Tierra respecto al Sol? ¿En qué hemisferio es ahora el día más largo? El Sol está menos tiempo calentando el hemisferio norte.

Ahora se coloca de nuevo la cartulina con el agujero y se hace que los rayos de Sol caigan sobre la misma zona de antes, por ejemplo la Península Ibérica (figura 5). Fijémonos ahora en que los rayos de Sol no inciden de forma perpendicular sobre la superficie de la Tierra, sino que lo hacen de forma oblicua.

¿Se ilumina la misma superficie con los rayos de Sol que pasan por el agujero de la cartulina? Si los rayos de Sol que pasan por el mismo agujero se reparten en una superficie mayor, ¿calentarán más o menos que en verano?

Otro de los motivos por los que hay veranos e inviernos es que los rayos de Sol calientan más en verano pues inciden perpendicularmente a la superficie de la Tierra.

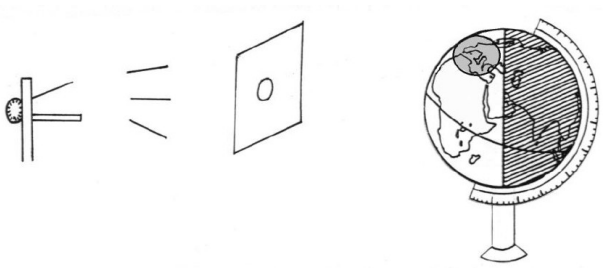

Figura 5. Superficie terrestre iluminada en invierno.

Una experiencia interesante para los que estén interesados en reforzar este contenido es informarse (Sagan 1980) o realizar (Closas 2009) la famosa experiencia de Eratóstenes de Alejandría, quien basándose en la distinta longitud de las sombras que los rayos de Sol producían en el solsticio de verano en dos puntos distintos del antiguo Egipto (Alejandría y Siena[1]) pudo calcular la longitud de la circunferencia de la Tierra hace más de dos mil años.

III. Las fases de la luna. En esta parte de la actividad utilizaremos la pelota (lo mejor es usar una de poliestireno blanco). Se le une el lápiz mediante cinta adhesiva o clavándolo para que sirva de mango.

¿Cómo gira la Luna alrededor de la Tierra? ¿Por dónde sale, por el este o por el oeste?

La Luna se desplaza 15º hacia el este de un día a otro. Por tanto, el movimiento de traslación de la Luna es también de oeste a este.

[1]Siena actualmente es Asuán.

Mientras que la Tierra da una vuelta en este sentido en 24 horas (rotación terrestre), la Luna tarda aproximadamente 29 días (traslación lunar). Se puede estudiar estos datos en las tablas que aparecen en el Anexo.

¿Cuánto tiempo tarda la Luna en dar una vuelta a la Tierra? ¿Cómo se llama este período de tiempo?

Cuando se mira al cielo de noche, no siempre se ve la Luna y cuando se ve no siempre tiene la misma forma. Se dibuja en el cuaderno las distintas formas en que se ve la Luna. ¿Por qué cambia de forma la Luna? ¿Tiene la Luna luz propia?

Se coge la pelota y se mira mientras que se gira sobre uno mismo, situado frente al retroproyector (figura 6). Los compañeros pueden girar tras el individuo que sostiene la pelota, para observar el fenómeno. ¿Se ve siempre igual? ¿Cómo se llaman las distintas formas que presenta la Luna en su recorrido alrededor de la Tierra?

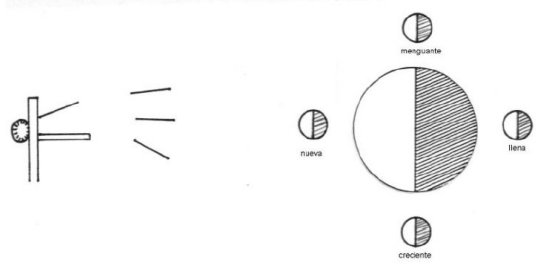

Figura 6. Fases de la Luna.

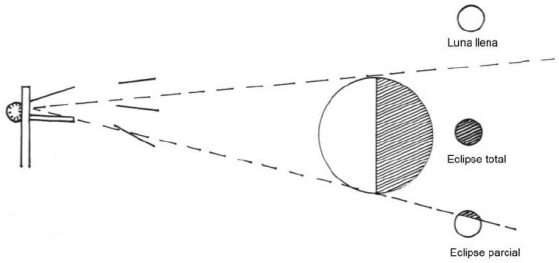

Figura 7. Eclipses de Luna.

IV. Los eclipses de Luna y de Sol. Si se mueve la pelota alrededor del globo terrestre, se verá que la sombra de la Tierra tapa la pelota. ¿Este fenómeno ocurre en realidad entre la Tierra y la Luna? ¿Qué nombre recibe?

Eclipse de Luna. Dejamos de ver la Luna porque al interponerse la Tierra, impide que la luz del Sol se refleje en la superficie lunar.

La Luna gira alrededor de la Tierra y su órbita describe un plano de traslación. ¿Coincide este plano con el de la órbita terrestre? ¿Si esto fuera así veríamos alguna vez la Luna llena?

Cuando la luna pasa por la sombra de la Tierra, en vez de ver la Luna llena, se produce un eclipse. El eclipse puede ser total o parcial, tal como se muestra en el esquema de la figura 7.

Eclipse de Sol. En este caso el astro que se oculta es el Sol y dejamos de verlo porque la Luna se interpone y nos lo tapa total o parcialmente. ¿Cómo es posible que un satélite tan pequeño como la Luna oculte a un astro tan gigante como el Sol?

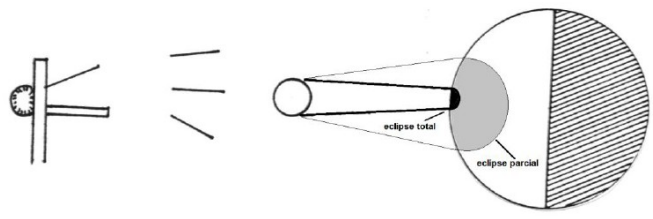

Figura 8. Eclipse de Sol (zona de totalidad y de parcialidad).

Figura 9. Tamaño comparado de la Tierra y de la Luna.

Ahora conviene recordar el tamaño aparente de estos astros, lo cual justifica que la Luna se vea tan grande como el Sol. Esto se debe a las diferentes distancias que hay entre la Tierra y la Luna y entre la Tierra y el Sol, las cuales aparecen en el Anexo.

¿Se ven los eclipses de Sol desde todos los puntos de la Tierra? Para responder a esta pregunta, hay que situar la pelota entre la esfera terrestre y el retroproyector, y observar la extensión de la sombra que ésta produce, tal como se muestra en la figura 8.

La Luna produce una sombra sobre la Tierra que tiene un diámetro aproximado de 200 km. Por eso sólo ven los eclipses totales de Sol aquellos habitantes de la Tierra que se encuentren en la banda de sombra producida durante el eclipse. Como se puede apreciar en la figura 8 la zona de penumbra que produce la Luna es mucho más extensa (color gris en el dibujo); los habitantes de esta zona verán un eclipse parcial de Sol.

Conclusión

Después de haber realizado esta experiencia con muchos alumnos y numeroso público del *Centro de Ciencia Principia*, se comprueba que tiene gran aceptación y que los alumnos la siguen con interés hasta el final de su realización. Uno de los ejercicios que más llama la atención es el que trata sobre las fases de la Luna. El hecho de poder ver literalmente la evolución de las fases de la Luna y observar cómo crece o mengua la zona iluminada al girar con la pelota (Luna), causa verdadera sorpresa.

Otra observación que se puede citar tras varios años de utilizar esta experiencia es comprobar, con tristeza, que ni siquiera un recurso didáctico tan al alcance de la mano como es la esfera terrestre, no se usa en las aulas de los centros de primaria ni de secundaria para trabajar y explicar estos contenidos relacionados con la astronomía. Es necesario recordar al profesorado la necesidad de realizar prácticas en nuestras aulas.

Anexo

La información que se presenta en este anexo se ha obtenido de (Hormigo 1985). En la figura 9 se comparan los tamaños de la Tierra y la Luna.

Sol

Distancia a la Tierra	149.600.000 km
Radio	695.500 km
Diámetro angular aparente	32' 03"
Periodo de rotación	25 días 5 horas 37 min.

Tierra

Radio	6.378 km
Periodo de traslación	365 días 5 horas 57 min.
Periodo de rotación	24 horas 3 min. 56 seg.
Sentido de rotación	directo (de oeste a este)

Luna

Distancia media a la Tierra	384.403 km

Radio	1.738 km
Diámetro angular aparente	31' 5"
Período de rotación (periodo sinódico)	27días 7 horas 43 min.
Período de traslación	27días 7 horas 43 min.
Sentido de rotación	directo

Referencias

Broman L., Estalella R., Ros R. M. (1988) *Experimentos de Astronomía*. Madrid. Alhambra.

Camino N. (1995) Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. *Enseñanza de las Ciencias* 13 (1), 81-96.

Closas P. (2009) *La medida del radio de la Tierra. Materiales del Año Internacional de la Astronomía*. Madrid. FECyT. http://www.youtube.com/watch?v=aRHYASmH1hQ&feature

Esteban E. (2005) *Trabajando con órbitas*. Barcelona. Publicaciones de ApEA, nº 7.

Hormigo T. (1985) *Las medidas del Universo*. Alcoy. Ed. Marfil.

Sagan C. (1980) *Serie Cosmos*. http://www.youtube.com/watch?v=zp4ZgiuF4xM